

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 17 593 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 21 D 53/84**  
F 16 H 53/02  
C 21 D 9/30  
// B 23K 15/00, 26/00

②1 Aktenzeichen: 196 17 593.3  
②2 Anmeldetag: 2. 5. 96  
④3 Offenlegungstag: 29. 1. 98

DE 196 17 593 A 1

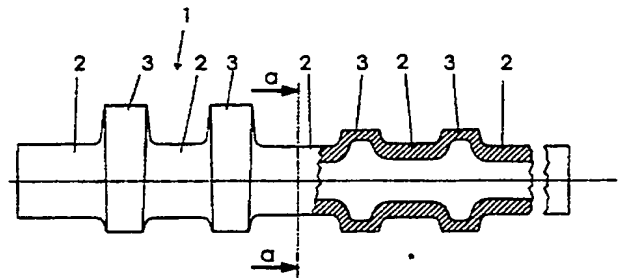
⑦1 Anmelder:  
Härle, Hans A., Dipl.-Ing., 73441 Bopfingen, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Lorenz, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 89522 Heidenheim

⑦2 Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden  
  
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 35 01 434 C2  
DE 43 11 909 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Hohle Nockenwelle aus Rohr

⑤7 Bei einem Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle aus einem Rohr sind folgende Verfahrensschritte vorgesehen:  
In einem ersten Schritt wird das Rohr an als Lagerstellen vorgesehenen Stellen tailliert.  
In einem zweiten Schritt wird das taillierte Rohr in eine Nockenform gebracht.  
In einem dritten Schritt werden dienockenförmig ausgebildeten Lagerstellen zu runden Lagerstellen abgesetzt.  
In einem vierten Schritt werden die Nocken zueinander verdreht.



DE 196 17 593 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle aus einem Rohr, das mit Lagerstellen und mit Nocken versehen wird. Der Ausgangsrohling, ein rundes Rohr, wird durch Rundkneten oder Querwalzen so tailliert, daß die axialen Maße sowie die Umfänge den der Nockenwelle fast gleich sind. In einer zweiten Operation wird dann das taillierte Rohr in die Nockenwelle durch Außendruckumformung ausgeformt.

Nockenwellen werden im allgemeinen aus einem Werkstück zusammen mit den Lagerstellen und den auf einem Grundkörper angeordnete Nocken, z. B. durch Gießen und Schmieden hergestellt. An diese Herstellung schließt sich eine relativ zeit- und kostenaufwendige Bearbeitung an. So muß die Nockenwelle geschliffen, die Nockenbahn gehärtet und die Nockenwellen am Ende ausgewuchtet werden. Neben dem hohen Aufwand ist weiterhin nachteilig, daß eine Nockenwelle dieser Art aus vollem Material besteht und daher relativ schwer ist. Die Automobilindustrie fordert zunehmend Nockenwellen mit geringer Wirkmasse. Aus diesem Grunde ist bereits vorgeschlagen worden, als Grundkörper ein Rohr zu verwenden, auf das Nocken aufgebracht worden sind. Auch diese Herstellungsart ist noch relativ aufwendig und hat noch nicht den gewünschten Erfolg gebracht. Es gibt auch Bestrebungen, Nockenwellen hohl zu gießen oder mittels der Innenhochdruckumformung aus Rohr herzustellen.

Auch diese Herstellverfahren haben noch nicht den gewünschten Erfolg gebracht.

In der DE 37 36 453 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen einer Nockenwelle beschrieben, wobei ein Rohling in Nockenform in einem ersten Schritt im Bereich der Lagerstellen der Nockenwelle einer Verformung durch Schmieden oder Hämmern in eine wenigstens annähernd kreisförmige Form gebracht wird. Anschließend werden in einem zweiten Schritt sowohl die Lagerstellen als auch die übrigen Bereiche der Nockenwelle durch das Rundkneten durch Werkzeugelemente, die den Rohling wenigstens teilweise umgeben und die radialen Druckkräfte auf diesen ausüben, und dabei dessen Form und Querschnitt verändern, die Gestalt der Nockenwelle mit den Nocken und den Lagerstellen eingeformt wird.

In der Praxis hat sich jedoch nun herausgestellt, daß ein derartiges Herstellverfahren nur unter größtem technischen Aufwand verwirklichtbar ist. So wird das nockenförmige Ausgangsrohr durch die Vorformung durch Schmieden oder Hämmern im Lagerbereich in eine annähernd kreisförmige Form, die Wanddicke des Lagers auf der Nockenkuppenseite durch Aufstauchen verstärkt. Durch diese stark unterschiedlichen Wanddicken verschiebt sich beim fertigen Rundkneten die Achse, aufgrund des höheren Umformwiderstandes umdefiniert zur Nockenkuppe. Es kommt zu einem Versatz zwischen Nockenachse und Lagerachse. Ein weiterer Nachteil ist, daß sich das Nockenlager aufgrund seiner unterschiedlichen Wanddicke beim Rundkneten unterschiedlich axial längt, d. h. die Nockenwelle krümmt sich. Dies erfordert, daß nach jeder Taillierung die Nockenwelle gerade gerichtet werden muß. Eine weitere Schwachstelle ist, daß der Nockenflankenwinkel aufgrund des geringen Formänderungsvermögens des Werkstoffes nicht unter 20 Grad ausgeführt werden kann. Dadurch wird der Abstand der Nocken begrenzt und somit auch die Herstellung von Nockenwellen mit geringen Nockenabständen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art zu schaffen, bei dem die vorstehend genannten Probleme nicht auftreten, insbesondere nach dem Nockenwellen großer Festigkeit und hohe Formgenauigkeit mit geringem Aufwand hergestellt werden können. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, in dem ein taillierter Rohling aus einem Rohr durch Rundkneten, Innenhochdruckumformung oder durch Querwalzen hergestellt wird. Diese runde taillierte Welle hat die ungefähren axialen Maße wie die Nockenwelle. Der Durchmesser des Nockenrings 2 hat den ungefähren Umfang wie die Nockenkontur. Das Maß der Taillierungstiefe entspricht der halben Differenz zwischen Nocken- und Lagerdurchmesser.

Die taillierte Welle mit den axialen Maßen der Nockenwelle und deren Durchmesser gleich den Umfängen der Nocken- und Lagerumfängen ist, ist das wesentliche Merkmal der Erfindung.

In einem zweiten Fertigungsschritt wird die taillierte runde Welle in einem Gesenk in eine nockenförmige Welle gepreßt, wobei die sich nockenförmig ausbildenden Nockenlager mittels seitlichem Umformstempel in kreisrunde Nockenwellen umgeformt werden. In einem dritten Schritt werden die Nocken zueinander in die gewünschte Winkelstellung verdreht.

Es ist auch möglich, die taillierte Welle in einem Folgewerkzeug umzuformen.

1. Nockenformpressen
2. Lagerabsetzpressen
3. Verdrehen

Eine weitere Herstellvariante ist, daß die taillierte Welle in einem Komplett-Werkzeug mit den geforderten Nockenwinkelstellungen zu einer fertig umgeformten Nockenwelle ausgeformt wird, so daß der Twistvorgang entfällt. Vorteilhaft ist es, daß bei den Umformvorgängen, die Umformzonen ganz oder partiell erwärmt werden. Ein weiterer Vorteil dieses Herstellverfahrens ist, daß die Umformprozesse durch Außendruckumformung geschehen, d. h. die Wanddicke vergrößert sich im Gegensatz zum Innenhochdruckumfang. Dort verringert sich die Wanddicke aufgrund der Umfangzunahme.

Im Vergleich zu vollständigen, geschmiedeten oder gegossenen Nockenwellen, kann eine Gewichtsminderung von bis zu 60% erreicht werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die erfindungsgemäß hergestellte Nockenwelle geringere Auswirkungen bezüglich der Massenauswuchtungen zeigt. Trotz ihres geringen Gewichtes und ihrer Herstellung aus einem Rohr ist die Nockenwelle relativ steif und verdrehfest. Es wurde nämlich festgestellt, daß gerade in den Bereichen, die besonders wichtig bzw. besonders belastet sind, Materialverstärkungen durch das Umformverfahren erreicht werden. Ein weiterer großer Vorteil des Taillierens liegt darin, daß die Formgebung der Nockenwelle leichter an die sie gestellten Anforderungen angepaßt werden kann. So können z. B. die Nockenflanken mit günstigeren Übergängen zum Nockenlager versehen werden. Im Unterschied zu einer spanabhebenden Bearbeitung der Nockenwelle wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Faserverlauf nicht eingeschnitten.

Nachfolgend ist anhand der Zeichnung das erfindungsgemäße Herstellverfahren prinzipmäßig beschrieben.

Fig. 1 — Ausgangsrohr,

Fig. 2 — tailliertes Rohr,

Fig. 3 — tailliertes Rohr in Nockenform,  
 Fig. 4 — nockenförmiges Lager abgesetzt,  
 Fig. 5 — Nockenwelle verdrehen.

# Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle aus einem Rohr, das mit Lagerstellen und mit Nocken versehen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem ersten Schritt das Ausgangsrohr tailliert wird. Die axialen Maße des taillierten Rohres (2) entspricht in etwa den Maßen der fertigen Nockenwelle. Die Durchmesser des taillierten Rohres (2) in etwa den Umfängen der Nocken und Lager. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das taillierte Rohr durch
  - a) Rundkneten (Einstechverfahren)
  - b) Querwalzen (Einstechwalzen)
  - c) Innenhochdruckumformung
  - d) Pressen im Gesenkhergestellt werden kann. 15 20
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem zweiten Schritt das taillierte Rohr in eine Nockenform gebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das in Nockenform gebrachte taillierte Rohr (3), (4), (5) durch
  - a) Pressen im Gesenk
  - b) Querwalzen
  - c) Rundkneten
  - d) Innenhochdruckhergestellt werden kann. 25 30
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem dritten Schritt das nockenförmig ausgebildete Nockenlager zu einem runden abgesetzt wird (4). 35
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Absetzen der nockenförmigen Nockenwellenlager (3)
  - a) durch einen Preßvorgang mit partieller Erwärmung erfolgt
  - b) mittels mehreren Preßfolgen mit unterschiedlichen Stempelformen kalt oder mit partieller Erwärmung erfolgt
  - c) durch Querwalzen im kalten oder mittels partieller Erwärmung erfolgt
  - d) im zweiten Arbeitsschritt tailliertes Rohr in Nockenform pressen (Pressen im Gesenk) mittels zusätzlichem Stempel im Gesenk abgesetzt wird.40 45 50
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem vierten Schritt die kammartig ausgerichteten Nocken zueinander verdreht werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß
  - a) der Verdrehbereich partiell erwärmt wird
  - b) die ganze Welle erwärmt wird
  - c) die Nocken in ihrer geforderten Nockenwinkelstellung im Arbeitsschritt 2 mittels Folgewerkzeug oder Komplettwerkzeug ausgepreßt werden55 60
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsschritte 1, 2, 3 und 4 mittels
  - a) einem Folgewerkzeug
  - b) einem Komplettwerkzeughergestellt werden kann. 65
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Arbeitsschritte 2, 3 und 4 in einem

- a) Folgewerkzeug
- b) Komplettwerkzeug

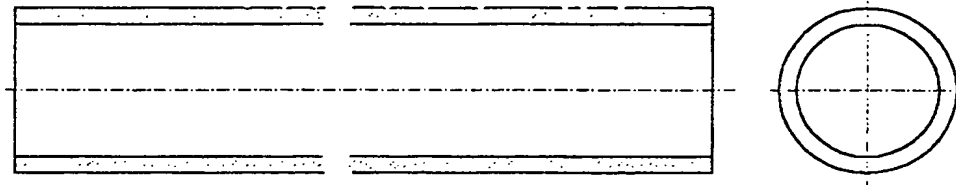
hergestellt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für das Ausgangsmaterial
  - a) geschweißte Rohre
  - b) ungeschweißte Rohre
  - c) Eisenwerkstoffe St. 37 und St. 52 eingesetzt werden können
  - d) gezogene Rohre aus AL Knetlegierungen
  - e) gezogene Rohre aus legiertem Eisenwerkstoff
  - f) gezogene Rohre aus einer Titanlegierung.
12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufflächen der Nocken
  - a) induktiv gehärtet werden können
  - b) mittels Laserstrahl und Elektronenstrahl aufgelegt werden
  - c) mittels einer verschleißfesten Keramikschicht behandelt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ganze Nockenwelle gehärtet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Nockenringe des taillierten Rohres durch Innenhochdruck nockenförmig ausgeformt werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Nocken
  - a) kammartig auf der Welle ausgerichtet sind
  - b) schon in ihrer geforderten Winkelstellung zueinander ausgeformt werden.
16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hohle Nockenwelle mittels eines metallischen oder anorganischen Mediums ausgeschäumt, ausgegossen oder verfüllt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Figur 1

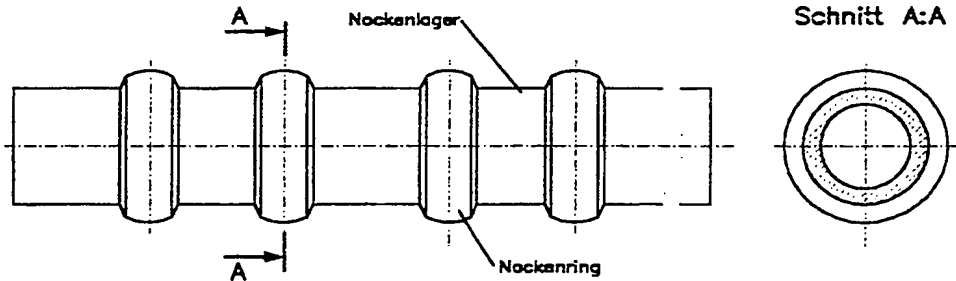
Ausgangsrohr



Figur 2

tailliertes Rohr

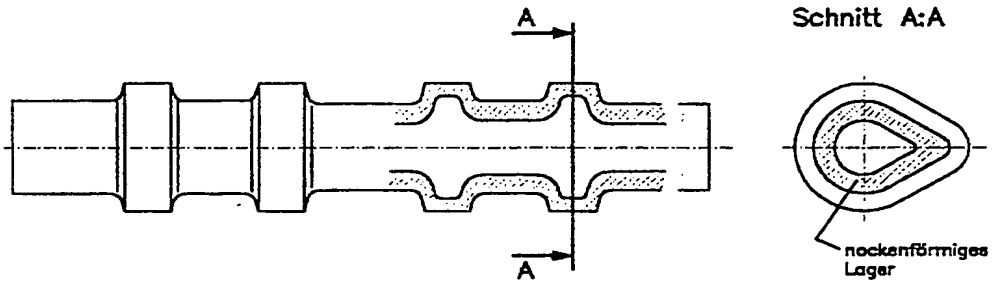
1. Arbeitsschritt



Figur 3

tailliertes Rohr  
in Nockenform  
pressen

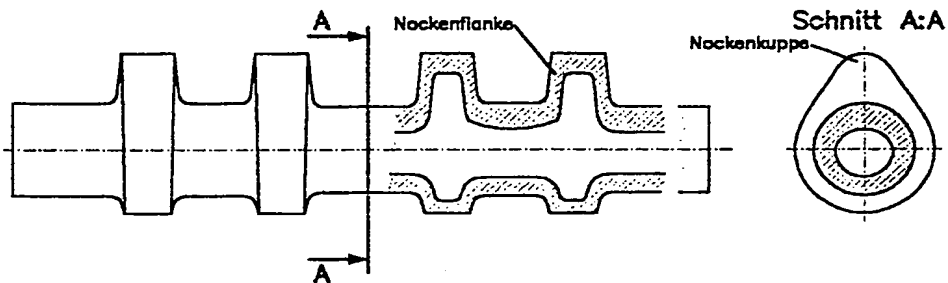
2. Arbeitsschritt



Figur 4

nockenförmige  
Nockenlager  
abgesetzt

3. Arbeitsschritt



Figur 5

verdrehen

4. Arbeitsschritt

